SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 20 septembre/octobre 2000

PRENONS LE POULS DE NOS ÉCOSYSTÈMES

Tous les jours, les écosystèmes canadiens sont exposés à une multitude de stress d'origine anthropique, depuis les polluants nocifs dans l'air, le sol et l'eau jusqu'aux espèces étrangères dans nos lacs, nos cours d'eau et nos forêts. Il est d'une importance cruciale pour notre bien-être que nous sachions où et de quelle façon nos écosystèmes sont touchés par ces perturbations multiples – et ce que nous pouvons faire pour réduire au minimum leurs conséquences sur la biodiversité et sur la durabilité de notre économie axée sur les ressources.

Une étudiante bénévole de la Réserve de la biosphère mondiale de Long Point – un site du RÉSÉ situé dans le sud de l'Ontario – extrait une carotte d'un arbre pour en déterminer l'âge.
Photo : Brian Craig

Des changements aussi subtils qu'une diminution du nombre d'espèces de grenouilles dans des lacs éloignés ou de la diversité des lichens sur les arbres peuvent signaler des problèmes potentiels qui, si l'on n'en tient pas compte, pourraient avoir des suites désastreuses. Se tenir à l'affût de tels changements fait partie des rôles du Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ), une association nationale de biologistes, écologistes, agronomes pédologues, hydrologues, climatologues gouvernementaux, universitaires et du secteur privé, ainsi que de bénévoles, qui effectuent des recherches et surveillent les modifications des écosystèmes au moyen d'observations géoréférencées – depuis la mesure du niveau des eaux jusqu'au dénombrement des arbres.

Institué par Environnement Canada en 1994 en vue d'intensifier le développement de partenariats réciproquement profitables, le RÉSÉ encourage l'échange de renseignements et la collaboration entre les diverses disciplines et les divers secteurs de compétence œuvrant dans le domaine de la surveillance écologique à long terme. Plus de 140 partenaires, d'une extrémité à l'autre du pays, font partie du réseau, notamment des universités, des ministères et des organismes gouvernementaux, des groupements autochtones, des organisations non gouvernementales, l'industrie et des institutions internationales.

Bien qu'il s'agisse dans tous les cas d'organismes indépendants qui effectuent des recherches et se livrent à la surveillance à leurs propres fins, leur appartenance au RÉSÉ signifie que, là où leurs intérêts se chevauchent, ils regroupent leurs conclusions pour obtenir une image globale de ce qui se produit actuellement dans nos écosystèmes. Les connaissances recueillies grâce à cette collaboration interdisciplinaire et interjuridictionnelle aident à déterminer les secteurs nécessitant des recherches et des évaluations additionnelles et permettent aux Canadiens d'effectuer un plus grand nombre de choix éclairés en ce qui a trait à la conservation et à la durabilité de notre capital naturel.

Les partenaires du RÉSÉ travaillent dans près d'une centaine de lieux d'étude de cas dans tout le pays. Les recherches intensives et de longue durée effectuées dans ces emplacements chaque année représentent de 20 à 30 millions de dollars. On peut mentionner notamment les emplacements du programme de transport à grande distance des polluants atmosphériques pour l'étude des pluies acides, les parcs nationaux, les réserves de la biosphère de l'UNESCO, ainsi que divers lieux de recherche universitaire et d'autres emplacements gouvernementaux. Les emplacements indépendants au sein d'un ensemble écologique, telle une écozone basée sur le Cadre écologique du Canada, sont encouragés à travailler de concert pour décrire ce qui s'y produit et de quelle façon la durabilité pourrait y être menacée.

Les emplacements sont aussi diversifiés que le paysage canadien. Parmi eux se trouve le parc national Kejimkujik, en Nouvelle-Écosse, où Environnement Canada, le Service canadien des forêts et les universités locales effectuent une surveillance exhaustive, allant du mercure dans les huarts aux infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. À Wolf Creek, dans le Yukon, Affaires indiennes et Nord canadien, le ministère de la Défense nationale, Environnement Canada et l'*International Tundra Experiment* étudient l'hydrologie des bassins hydrographiques, la formation saisonnière et la fonte des glaces et la croissance de la végétation de la toundra – qui sont toutes d'excellents indicateurs des effets des changements climatiques.

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

2 L'aquaculture et les pesticides
2 Les pluies acides menacent toujours les lacs et les huarts
3 Eaux nauséabondes dans les Grands Lacs
4 Capteur pour déterminer l'épaisseur des marées noires
4 Un réseau pour localiser la foudre
5 Pour explorer le Saint-Laurent en direct

Suite de la page 1

La cohésion du RÉSÉ est assurée par le bureau de coordination situé au Centre canadien des eaux intérieures (CCEI), à Burlington, en Ontario, et par les leaders régionaux d'Environnement Canada qui aident à maintenir le contact avec les partenaires au moyen de communications constantes, de visites sur les lieux et d'événements spéciaux tels les ateliers de travail. Le bureau vérifie qui surveille quoi et où, et relie les emplacements et les partenaires pour qu'ils puissent plus facilement partager les renseignements touchant des préoccupations communes et en discuter. Il met aussi au point des techniques et des produits, tels les systèmes de métadonnées, les protocoles de surveillance ou les communications accessibles sur Internet, qui correspondent aux intérêts communs de tous les partenaires du RÉSÉ.

Si un problème soulève un intérêt particulier pour Environnement Canada et un ou plusieurs de ses partenaires, le bureau pourra proposer la production d'un rapport. Par exemple, en 1999, six réserves de la biosphère du RÉSÉ ont rédigé des rapports sur les changements survenus dans le paysage au cours des 300 dernières années. Outre l'évaluation des données issues de leur surveillance continue de la végétation – qui porte sur le dénombrement des espèces d'arbres, ainsi que la mesure de leur diamètre et de leur hauteur dans des parcelles d'un hectare – ces emplacements ont réuni des renseignements provenant de levés topographiques antérieurs, de cartes aériennes et d'autres sources.

Le rapport qui en est résulté, présenté au cours d'une récente réunion des réserves de la biosphère de l'UNESCO, a mis en lumière les points de vue locaux concernant des processus requérant une attention collective, ainsi qu'une stratégie souple pour déterminer les menaces pesant sur la durabilité. Certaines de ces données ont déjà été mises à profit pour évaluer les conséquences de la tempête de verglas qui a ravagé l'est de l'Ontario et l'ouest du Québec en 1998 et la façon dont elles ont été rétablies. Une initiative similaire est envisagée cette année pour recueillir des données sur les modifications subies par les zones marines du Canada situées près du rivage, afin de déterminer les préoccupations, les processus de surveillance et les points chauds où la biodiversité est menacée.

L'aspect le plus récent du travail du RÉSÉ s'est traduit par la mise sur pied de variables fondamentales devant servir de fondement à un système d'alerte hâtive concernant le changement écosystémique. Ces variables, qui sont encore en préparation, sont essentiellement basées sur des phénomènes et des espèces sensibles au changement environnemental et relativement faciles à observer, tels la santé des arbres, les populations de grenouilles et les niveaux des eaux. Bien que certains groupements observent déjà les changements dans certaines de ces variables, on espère convaincre les partenaires dans chacune des écozones du Canada de les utiliser, afin que des comparaisons normalisées puissent être effectuées. Le bureau de coordination du RÉSÉ met actuellement la dernière main à la rédaction d'un guide de méthodologie d'observation des variables sur le terrain et s'efforce de déterminer la meilleure façon de les appliquer. On projette de faire participer les emplacements, les parcs et les réseaux de surveillance de l'environnement et d'adapter les variables aux besoins de surveillance locaux, afin que les partenaires puissent profiter pleinement de leur utilisation.

Dans le cadre d'une nouvelle initiative qui pourrait être lancée dès cette année, le bureau projette d'entreprendre la publication d'avis du RÉSÉ en collaboration avec ses partenaires. Il s'agira de brefs exposés résumant les résultats les plus récents de la surveillance des écosystèmes ou des recherches scientifiques, afin que les décideurs et les gestionnaires de ressources puissent être mis rapidement au courant des questions exigeant une attention additionnelle. La détermination des changements écosystémiques peut prendre de 10 à 15 ans pour atteindre un niveau de certitude statistique. Ces avis constitueraient un véhicule important pour diffuser rapidement des informations fondées clairement sur les risques et l'opinion d'experts et aideraient à mieux répondre au besoin d'établir des mesures prioritaires d'intervention et une gestion adaptée.

Le bureau de coordination du RÉSÉ au CCEI fournit aussi un soutien aux partenaires du RÉSÉ. Il a contribué à l'élaboration du site Web de la Coopérative ontarienne de données forestières, qui fournit des données cartographiques sur la composition des forêts, la chimie du sol, la biodiversité des espèces et d'autres paramètres recueillis par Environnement Canada, le Service canadien des forêts et les ministères ontariens des Richesses naturelles et de l'Environnement. Le bureau travaille présentement à l'élaboration d'un site Web de données interactives sur les activités de surveillance écologique au Canada qui permettra aux usagers d'effectuer des recherches en utilisant un certain nombre de champs différents et de voir les résultats sous forme de listes de sources de données ou d'une carte géospatiale.

Ces dernières années, le RÉSÉ a élargi son réseau pour y inclure des bénévoles qui ont reçu une formation leur permettant d'effectuer des observations simples en appliquant des protocoles normalisés. Ces observations sont axées sur des indicateurs qui réagissent aux stress environnementaux – tels que la diversité des plantes et des animaux. Les données obtenues grâce à ces efforts précieux des bénévoles fournissent des informations à Environnement Canada sur les changements écosystémiques à une échelle nationale ou d'écozone et aux collectivités sur ce qui se produit localement. On apprend aux bénévoles à identifier les espèces par la vue ou par l'ouie et à soumettre des comptes référencés géographiquement par téléphone, par la poste ou en se raccordant à un site Web centralisé. Le RÉSÉ s'efforce, en collaboration avec la Fédération canadienne de la nature, d'encourager l'expansion de divers programmes d'observation locaux ou régionaux, tels *Froguatch*, la Surveillance de la flore et Veille aux vers, dans tout le Canada. Il participe aussi à la création de nouveaux programmes, notamment *Icewatch* et *Lichenwatch*.

Cet automne, le réseau participera au lancement du projet Mille Yeux, en vertu duquel les écoliers, dans toute la Nouvelle-Écosse, entreprendront d'effectuer des observations relatives à l'arrivée du printemps – depuis l'apparition de la Rainette crucifère (une grenouille) jusqu'à la floraison et au calendrier de divers travaux agricoles. Ce projet de 20 ans reflétera un effort similaire dont la province fut le théâtre de 1900 à 1920, dans l'espoir que la comparaison entre les anciennes données et les nouvelles révélera des tendances concernant la manière dont s'opère le changement du climat.

À mesure que les problèmes environnementaux deviennent plus complexes, plus profondément interreliés et plus lourds de conséquences, la surveillance de la santé de nos écosystèmes exige une démarche de plus en plus globale qui tienne compte des effets des activités humaines sur chacun des aspects du monde naturel – quelles que soient les limites de spécialités ou de compétences. En encourageant les scientifiques de diverses disciplines à mettre en commun et à étudier les conclusions de leurs recherches et en affectant des citoyens bénévoles à la collecte de données, le RÉSÉ garde le doigt sur le pouls de notre environnement. Pour obtenir plus d'informations sur le travail important entrepris par le RÉSÉ, veuillez consulter son site web à l'adresse suivante : [www.cciw.ca/eman/intro.html]. S•E

L'AQUACULTURE ET LES PESTICIDES

Vous ne le savez peut-être pas, mais il y a de bonnes chances que le saumon que vous faites griller sur le barbecue ne soit pas un poisson sauvage, mais qu'il provienne plutôt d'un vaste parc à filet aménagé au large des côtes de l'Atlantique ou du Pacifique – là où peuvent se retrouver, dans une même cage, jusqu'à 15 000 autres saumons élevés pour la consommation. Au cours de la dernière décennie, l'élevage piscicole est devenu une entreprise florissante au Canada – cette industrie a pris tellement d'essor qu'elle devance maintenant la culture de la pomme de terre au premier rang des productions agricoles, au Nouveau-Brunswick.

Or, comme toute autre activité agricole, ces parcs à filet densément peuplés sont vulnérables aux ravageurs lesquels incluent, dans le cas du saumon, le pou du poisson. Ce crustacé vorace, qui ressemble à la crevette, se nourrit à la surface des poissons, réduisant du même coup leur valeur commerciale et provoquant même la mort, dans certains cas. En 1995 seulement, les infestations par les poux du poisson ont entraîné des pertes de revenu évaluées à plus de 20 millions de dollars, pour les salmoniculteurs des provinces de l'Atlantique du Canada.

Pour lutter contre ces infestations, un grand nombre de producteurs ont recours aux pesticides qu'ils appliquent en entourant les parcs de bâches géantes; ils ajoutent ensuite la solution pesticide, puis celle-ci est libérée dans le milieu environnant après que les poissons y ont été exposés pendant environ une heure. Cependant, certains se préoccupent des effets que pourraient avoir ces pesticides sur les organismes aquatiques non visés, en particulier sur les crustacés comme les homards et les crevettes qui sont apparentés au pou du poisson.

En 1996, des rapports faisant état d'une mortalité massive dans un vivier à homards du Nouveau-Brunswick ont révélé la présence de cyperméthrine – un pesticide de synthèse dont l'usage est autorisé aux États-Unis et dans un certain nombre d'autres pays, mais non au Canada. Alertés par cet incident, et sensibles aux pressions croissantes de l'industrie en faveur de l'homologation de la cyperméthrine au Canada, les spécialistes de la toxicologie et de la lutte contre la pollution, de la Région de l'Atlantique d'Environnement Canada, ont procédé à des essais en collaboration avec des représentants de Pêches et Océans Canada, afin d'évaluer le devenir et la toxicité de divers pesticides lors de traitements simulés dans l'embouchure de la baie de Fundy, au Nouveau-Brunswick. Trois traitements ont été faits avec la cyperméthrine et trois avec l'azaméthiphos – un insecticide organophosphoré dont l'usage avait été provisoirement homologué par l'Agence canadienne de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). Un colorant a été ajouté aux solutions de pesticides pour

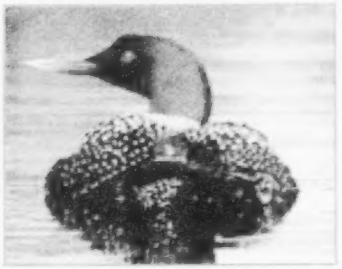
Un colorant est ajouté à la solution pesticide utilisée dans un parc à filet de salmoniculture afin que, lorsque la bâche entourant le parc sera retirée, les scientifiques puissent suivre le mouvement du panache et en déterminer la toxicité.

suivre la dispersion des panaches, et des échantillons d'eau ont été analysés pour en déterminer la teneur en pesticides et la toxicité pour un petit crustacé des profondeurs, apparenté au homard.

La plupart des échantillons prélevés après l'application d'azaméthiphos se sont révélés non toxiques pour les organismes expérimentaux utilisés lors d'essais biologiques à court terme, et aucune toxicité n'a été observée dans les échantillons prélevés plus de 50 minutes après la libération de l'insecticide. En revanche, la presque totalité des échantillons recueillis après la libération dans l'environnement d'une seule cage traitée à la cyperméthrine se sont avérés toxiques – jusqu'à cinq heures après la libération du pesticide. Par ailleurs, la concentration de cyperméthrine dans le panache est demeurée supérieure au seuil de toxicité sur une distance d'un kilomètre – ce qui indique que la norme opérationnelle consistant à traiter plusieurs cages avec le pesticide pourrait avoir de graves effets sur les espèces sensibles non visées, à l'intérieur d'un vaste secteur. Les études ont également révélé la présence de cyperméthrine dans le plancher océanique de la zone intertidale, là où le pesticide pourrait avoir une incidence sur les espèces des profondeurs, en particulier les crustacés. D'autres études indiquent que la cyperméthrine se lie à la matière organique, laquelle pourrait ensuite se déposer dans les sédiments.

Depuis que les résultats de l'étude ont été communiqués à l'ARLA, aux salmoniculteurs, aux fabricants de pesticides et aux associations environnementales locales, le Canada a décrété l'homologation complète de l'azaméthiphos. L'usage de la cyperméthrine demeure cependant illégal et les pressions visant à faire homologuer ce pesticide ont diminué. L'industrie de la salmoniculture examine plutôt diverses méthodes sans pesticides pour lutter contre le pou du poisson, dont bon nombre ont déjà fait leurs preuves en Europe. Parmi ces méthodes, mentionnons la réduction du nombre de poissons dans les parcs à filet, la séparation des poissons par classe d'âge à chaque site, un mode d'utilisation des parcs de manière à ce que chacun soit utilisé pendant un an puis soit laissé au repos pendant un an, ainsi que l'agitation des sédiments sous les cages. SoE

LES PLUIES ACIDES MENACENT TOUJOURS LES LACS ET LES HUARTS



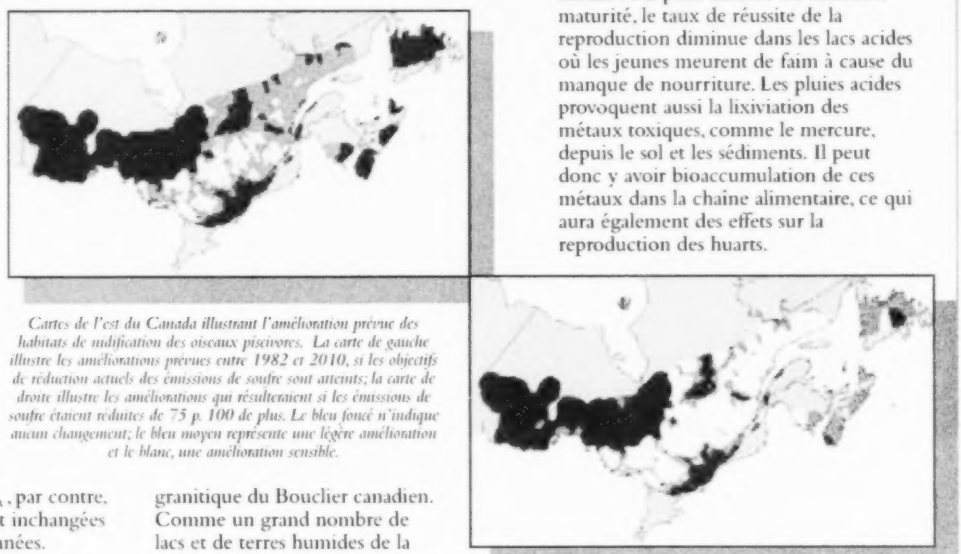
La diminution croissante du taux de réussite de la reproduction des huarts observée au cours de la dernière décennie et les résultats des programmes de surveillance continue indiquent que, malgré les progrès réalisés en vue de réduire les émissions de dioxyde de soufre (SO_2), les lacs du Canada subissent toujours les effets des pluies acides.

Les émissions de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote (NO_x), libérées par les fonderies et la combustion de combustibles fossiles utilisés par les services d'électricité, les usines et les véhicules automobiles, constituent la principale cause des pluies acides. En effet, lorsque ces polluants entrent en contact avec l'humidité de l'air, ils se transforment en solutions diluées d'acide sulfurique et d'acide nitrique qui retombent sur la terre sous forme de pluie, de neige, de brouillard et d'autres types de précipitations.

Conformément aux engagements qu'il a pris en vertu de l'Accord Canada–États-Unis sur la qualité de l'air, le Canada a réduit ses émissions de SO_2 de 50 % par rapport aux niveaux de 1980, un objectif qui a été atteint en 1994. De leur côté, les États-Unis ont atteint plus de la moitié de leurs objectifs de réduction et devraient y parvenir dans le délai prévu, soit d'ici 2010. Les émissions de NO_x, par contre, sont demeurées relativement inchangées au cours des 20 dernières années.

Les scientifiques d'Environnement Canada étudient les pluies acides depuis plus de deux décennies et leurs données récentes indiquent que la réduction des émissions de SO_2 a eu peu d'incidence sur le niveau d'acidité des eaux intérieures du Canada. Une étude réalisée sur 152 lacs du sud-est du Canada révèle en effet que seulement 41 % de ces lacs sont moins acides aujourd'hui qu'ils ne l'étaient il y a 20 ans, alors que 50 % sont demeurés inchangés et que 9 % sont devenus en fait plus acides. Les scientifiques estiment qu'il faudrait réduire les émissions de SO_2 de 75 % par rapport aux objectifs actuels pour protéger tous ces écosystèmes.

Le sud-est du Canada est surtout vulnérable, cette région étant non seulement celle qui reçoit le plus de pluies acides au pays, mais elle est également très sensible à ce phénomène à cause du faible pouvoir neutralisant de l'assise rocheuse granitique du Bouclier canadien. Comme un grand nombre de lacs et de terres humides de la région reçoivent deux fois plus de sulfate qu'ils ne peuvent en tolérer, les modèles prévoient que jusqu'au quart des lacs de l'Est du Canada continueront de subir des dommages dus aux substances chimiques après 2010.



Cartes de l'est du Canada illustrant l'amélioration prévue des habitats de nidification des oiseaux piscivores. La carte de gauche illustre les améliorations prévues entre 1982 et 2010, si les objectifs de réduction actuels des émissions de soufre sont atteints; la carte de droite illustre les améliorations qui résulteraient si les émissions de soufre étaient réduites de 75 p. 100 de plus. Le bleu foncé n'indique aucun changement; le bleu moyen représente une légère amélioration et le blanc, une amélioration sensible.

Les huarts constituent un excellent indicateur de l'amélioration, ou de la détérioration, de l'état des lacs en regard des pluies acides, car l'acidification cause une diminution sensible des populations de poissons et d'invertébrés dont ils se nourrissent. Ainsi, dans les lacs dont le pH (mesure du taux d'acidité) est inférieur à 6 (7 indique un pH neutre), l'éventail d'espèces diffère ou diminue par rapport à celui que l'on retrouve dans les lacs dont le pH est supérieur à ce seuil et, lorsque le pH est égal ou inférieur à 5, le nombre d'espèces de poissons chute de façon marquée.

Comme deux huarts adultes ont besoin de jusqu'à 180 kilogrammes de poissons durant l'été pour amener un oisillon à maturité, le taux de réussite de la reproduction diminue dans les lacs acides où les jeunes meurent de faim à cause du manque de nourriture. Les pluies acides provoquent aussi la lixiviation des métaux toxiques, comme le mercure, depuis le sol et les sédiments. Il peut donc y avoir bioaccumulation de ces métaux dans la chaîne alimentaire, ce qui aura également des effets sur la reproduction des huarts.

Depuis 20 ans, des responsables de l'Inventaire canadien des huarts à collier, un programme bénévole financé par Environnement Canada et d'autres partenaires et administré par Bird Studies Canada, surveillent chaque année le taux de réussite de la reproduction des huarts dans jusqu'à 800 lacs du Canada. Or les résultats de leurs relevés indiquent que la reproduction a diminué chez les huarts de 1981 à 1997, la baisse ayant été plus

Suite à la page 5

Suite de la page 4

marquée dans les lacs acides que dans les lacs tamponnés, en particulier ces dernières années.

Le fait que le niveau d'acidité demeure aussi élevé s'explique notamment par la baisse du taux de bases neutralisantes des acides dans l'atmosphère – un phénomène que les scientifiques cherchent toujours à expliquer. La même chose se produit dans les sols forestiers, où des décennies de pluies acides ont provoqué la lixiviation de calcium et de magnésium, réduisant par le fait même la capacité de ces sols de neutraliser les eaux de surface avant qu'elles ne s'écoulent dans les lacs et les ruisseaux. Le temps chaud et sec, devenu plus fréquent sous l'effet des changements climatiques, est un autre facteur qui entre en jeu, car ceci a pour effet de transformer le soufre qui s'est accumulé dans les sols et les terres humides au cours des dernières décennies en acide sulfurique et, lorsque revient la pluie, une partie de cet acide se retrouve dans les lacs avoisinants.

Les scientifiques ne savent pas si des espèces qui ont disparu d'un lac acidifié y reviendront un jour – même si le pH revient à la normale. Près de Sudbury (Ontario) toutefois – un endroit où l'on a enregistré une forte diminution des émissions de dioxyde de soufre produites par les fonderies locales – on observe le retour d'invertébrés et le rétablissement avec succès de populations de poissons (de façon naturelle ou à la suite d'un réensemencement). Des effets similaires sont signalés en Europe, où les initiatives visant à réduire les émissions de SO_2 ont commencé dix ans plus tôt qu'en Amérique du Nord.

La restauration des lacs endommagés par les pluies acides est un processus à long terme; les scientifiques croient toutefois que l'établissement d'objectifs plus stricts en matière de réduction des émissions contribuera au rétablissement de ces écosystèmes. SoE

Eaux nauséabondes dans les Grands Lacs

Les quelques derniers étés ont laissé un goût amer dans la bouche des riverains des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, l'odeur nauséabonde et le goût désagréable de l'eau ravivant leurs craintes concernant la salubrité des approvisionnements locaux en eau potable. Les scientifiques de l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada ont uni leurs efforts à ceux de l'Agence ontarienne des eaux afin de tenter de déterminer la cause du problème et les moyens de le prévenir.

En 1999, ce problème a persisté durant une période record de quatre semaines. Deux composés d'origine naturelle, la géosmine et le 2-méthylisobornéol (MIB) – lesquels peuvent être décelés par les humains à de très faibles doses – sont les principaux responsables de ce goût et de cette odeur désagréables de l'eau. La géosmine et le MIB sont produits par des actinomycètes et certaines espèces de cyanobactéries, bien que l'on ignore toujours les organismes véritablement en cause. La géosmine se formerait dans la colonne d'eau et donnerait à l'eau une odeur terreuse, tandis que le MIB est produit dans les sédiments ou la couche benthique et donne à l'eau une odeur de moisi. Ces composés résistent à l'oxydation et sont difficiles à éliminer par les traitements habituels utilisés dans les stations de traitement de l'eau.

Durant une période de six semaines, les chercheurs de l'INRE ont prélevé des échantillons du lac Ontario, à proximité des prises d'eau de deux stations de traitement de la région de Peel, à des profondeurs variant de 2 à 70 mètres de la surface et à des distances de 0,02 à 10 kilomètres du rivage. Après analyse, les scientifiques n'ont découvert aucune trace de MIB, mais ont observé des concentrations de géosmine variant de 0,9 à 223 nanogrammes par litre – les taux les plus hauts jamais enregistrés. Selon certaines hypothèses, la géosmine serait produite par des algues benthiques en décomposition à proximité du rivage; cette théorie n'a toutefois pu être prouvée, car les échantillons prélevés des eaux les moins profondes, à proximité du rivage, se sont révélés similaires à ceux recueillis des autres sites.

À la lumière des résultats obtenus, les chercheurs ont élaboré plusieurs solutions potentielles. Durant l'été, on observe une stratification de l'eau du lac Ontario en trois zones thermiques : une couche superficielle chaude, une zone de transition et une couche de fond froide. Les scientifiques ont constaté que l'eau dans la partie la plus profonde de la couche de fond froide contenait moins de géosmine que les eaux de surface; ils ont donc proposé de placer les conduites de prise d'eau à cette profondeur pour éviter de prélever de l'eau dont le goût serait altéré par la géosmine.

Une autre possibilité, déjà utilisée dans certaines régions, consiste à installer des filtres à charbon actif granulaire en plus des filtres classiques, dans les usines de traitement de l'eau. Des études ont en effet démontré que de tels filtres éliminent en moyenne 80 % de la géosmine et 60 % du MIB.

En 2000, plusieurs municipalités régionales, dont Peel, Hamilton-Wentworth, Durham, Niagara, York, Toronto et Halton, se sont jointes au consortium de recherche sur le goût et l'odeur de l'eau et elles financent les travaux de l'INRE et du ministère de l'Environnement de l'Ontario sur l'étude de ce problème. Les scientifiques chercheront maintenant à déterminer exactement quels organismes causent la formation de la géosmine et du 2-méthylisobornéol et à voir s'il serait possible de prévoir ou de contrôler la formation de ces substances. Ils étendront également la portée de leurs recherches, afin de déterminer si d'autres facteurs, comme la distribution des éléments nutritifs, les populations d'algues et la présence de moules zébrées, ont une incidence sur la manifestation répétée de ces problèmes de goût et d'odeur.

Comme les épisodes marqués par la manifestation du problème varient d'une année à l'autre, celui-ci ne pourra être réglé rapidement. On s'attend en effet à ce que les études se poursuivent pendant encore plusieurs années, afin de pouvoir évaluer les variations climatiques susceptibles d'influer sur le biote du lac. Les résultats de ces recherches seront utiles aux municipalités de l'Ontario qui cherchent à régler ce problème causé par l'altération de l'odeur et du goût de l'eau.

CAPTEUR POUR DÉTERMINER L'ÉPAISSEUR DES MARÉES NOIRES

Lorsque survient un déversement d'hydrocarbures en mer, une partie des hydrocarbures en périphérie de la nappe se disperse et un autre pourcentage se fractionne et se mêle à l'eau. Selon le type et la quantité d'hydrocarbures déversés, toutefois, il peut se former de larges nappes, épaisses et gluantes, qui persisteront pendant des semaines, menaçant ainsi la faune et le littoral avoisinant.

Bien que la couleur d'une nappe d'hydrocarbures sur l'eau fournisse certaines indications sur l'épaisseur de cette nappe, ce n'est que depuis peu qu'il existe une méthode précise pour mesurer, depuis les airs, l'épaisseur d'une nappe de pétrole sur l'eau.

Le fait de connaître l'épaisseur exacte d'une nappe de pétrole aide les équipes d'intervention d'urgence à cibler leurs efforts sur les zones les plus préoccupantes et à déterminer le moyen le plus efficace de nettoyer les lieux du déversement. Jusqu'à maintenant, toutefois, le seul moyen de déterminer l'épaisseur des nappes minces était de les évaluer d'après leur couleur, une technique qui n'est précise qu'à 200 % de la valeur réelle. Dans le cas des nappes plus épaisses, une variété de capteurs utilisant entre autres l'infrarouge et les micro-ondes ont été testés, mais sans grand succès, ceux-ci ne fournissant de l'information que sur l'épaisseur relative.

Aujourd'hui, après plus de dix ans de recherche et développement, les scientifiques procèdent à des essais en vol d'un prototype de capteur pour mesurer l'épaisseur d'une nappe d'hydrocarbures sur l'eau, à partir de l'air. La mise au point de cette nouvelle technologie, connue sous le nom de capteur de télédétection combinant laser et ultrasons pour mesurer l'épaisseur des nappes d'hydrocarbures (LURSOT), est le résultat d'un projet conjoint auquel participent Environnement Canada, la société *Imperial Oil Resources Limited*, le *U.S. Minerals Management Service* et le Conseil national de recherches du Canada.

Pour déterminer l'épaisseur d'une nappe d'hydrocarbures, le capteur LURSOT mesure, à l'aide de trois lasers différents, le temps qu'il faut à une onde sonore pour traverser la nappe. Le premier laser examine la surface de la nappe pour déterminer à quel moment la cible est suffisamment plate pour procéder à une mesure. Le deuxième laser dirige un rayon infrarouge sur la nappe, causant une élévation de la température et une expansion rapide des hydrocarbures près de la surface et envoyant une impulsion acoustique vers le bas. Lorsque l'impulsion acoustique atteint l'eau, une portion est réfléchie vers le haut, provoquant un autre déplacement détectable à la surface des hydrocarbures. Un troisième laser mesure l'effet Doppler qui se produit lorsqu'il y a élévation de la surface – d'abord sous l'effet de l'expansion initiale puis à nouveau au retour de l'écho. Comme cette technique est précise à 0,1 % près et que la vitesse du son dans les différents types d'hydrocarbures varie de moins de 10 %, même l'épaisseur d'une nappe formée d'un hydrocarbure inconnu peut être déterminée de façon beaucoup plus précise qu'auparavant.

En plus de diriger les équipes d'intervention vers la portion la plus épaisse de la nappe afin que celles-ci puissent agir rapidement en vue de réduire au minimum les dommages pour l'environnement, le nouveau capteur aidera à évaluer l'efficacité d'une variété de techniques d'intervention – notamment l'application d'un agent dispersant, une technique utilisée pour favoriser le fractionnement des hydrocarbures dans la colonne d'eau et réduire ainsi les dommages sur les rivages avoisinants. Le nouveau capteur aidera également à sélectionner la méthode la plus efficace en fonction des conditions existantes. On sait par exemple que le brûlage *in situ* requiert une nappe d'une épaisseur minimale de 2,5 à 3 mm pour se maintenir. Plus important encore, le capteur LUP SOT fournira de précieux renseignements sur la dynamique de la nappe de pétrole qui aideront les intervenants à mieux comprendre la propagation de ces nappes.

Depuis la réalisation des premiers essais en vol, il y a sept ans, plusieurs améliorations ont été apportées au capteur et celui-ci a fait l'objet de vastes essais dans le cadre d'expériences en laboratoire à grande échelle. La plupart de ces améliorations ont cherché à réduire l'impact des vibrations de l'aéronef sur l'orientation du laser, à accroître la résistance du boîtier, ainsi qu'à inclure des composantes moins sensibles aux mouvements verticaux de l'aéronef et capables de compenser pour ces mouvements. Si la dernière série d'essais en vol prévus cet automne se déroule sans problème, les scientifiques ont bon espoir que le capteur LURSOT pourrait être mis en service d'ici quelques années. S•E

UN RÉSEAU POUR LOCALISER LA FOUDRE

Peu de phénomènes témoignant de la force véritable de la nature sont aussi spectaculaires et saisissants qu'une décharge électrique de plusieurs millions de volts qui traverse le ciel accompagnée d'une explosion assourdissante et terrifiante de tonnerre. Bien que la foudre frappe la terre de 50 à 100 fois toutes les secondes, son pouvoir n'en demeure pas moins réel : au Canada, la foudre tue en moyenne une demi-douzaine de personnes chaque année et en blesse gravement de 60 à 70 autres; elle est également la cause de quelque 4 000 feux de forêt.

L'information sur le lieu et le moment précis où frappera la foudre, ainsi que sur son intensité, est vitale à un large éventail d'activités sensibles à toute atteinte directe ou aux fluctuations du réseau d'approvisionnement en électricité. En confirmant la formation d'un orage violent, la foudre aide les spécialistes des prévisions météorologiques à émettre des avertissements à l'intention des populations à risque. L'industrie aéronautique, par exemple, se fie à ces avertissements pour protéger ses appareils et son personnel au sol, tandis que les services des forêts et des parcs s'y fient pour déterminer les endroits où des feux de forêt causés par la foudre sont les plus susceptibles de se produire, la détection précoce étant ici vitale pour sauver du bois d'oeuvre de grande valeur

Cependant, la dépendance à l'égard du radar, de l'imagerie par satellite et des relevés sur le terrain rendait auparavant la détection de la foudre une tâche difficile, en particulier dans les régions peu peuplées, jusqu'à la mise sur pied du Réseau canadien de détection de la foudre, il y a deux ans. Quatre-vingt-un capteurs répartis dans tout le pays, et situés pour la plupart au sud de la limite des arbres, forment la composante canadienne de ce réseau nord-américain – le plus vaste du genre au monde – lequel est capable de traiter plus de 200 000 épisodes de foudre à l'heure. Le réseau canadien détecte non seulement la foudre qui frappe le sol, mais est également le premier réseau national de cette envergure capable de détecter les éclairs entre deux nuages.

Les capteurs cylindriques, de plus d'un mètre de hauteur, déterminent la force et la polarité de la foudre, ainsi que le moment auquel elle survient, à partir des impulsions électromagnétiques émises. Cette information sur les impulsions est transmise par une antenne parabolique miniature au centre de contrôle du réseau situé à Tucson, en Arizona. Là, l'information provenant de nombreux capteurs du réseau est intégrée pour déterminer l'emplacement de la foudre, parfois à moins d'un demi-kilomètre près. Cette information sur l'emplacement de la foudre est ensuite transmise aux centres météorologiques d'Environnement Canada, où elle est affichée sur un écran d'ordinateur en temps réel. Tout le processus prend moins de 40 secondes, du début à la fin.

1) Les détecteurs du Réseau canadien de détection de la foudre captent les signaux électromagnétiques émis par la foudre. 2) Les données sur les signaux sont ensuite transmises, du sol vers un satellite de communications, 3) puis elles sont transmises à la station pivot de Telesat à Toronto et 4) au centre de contrôle du réseau (CCR) situé à Tucson, où elles sont intégrées aux autres données. 5) Les solutions sont retransmises du CCR vers la station pivot de Telesat à Toronto, 6) transmises en sens montant au satellite, puis 7) diffusées sur les postes de travail des utilisateurs.

Dans l'hémisphère nord, la foudre se produit principalement entre juin et août. Il y a formation d'un éclair lorsque la grêle et les gouttelettes surfondues entrent en collision à l'intérieur d'un nuage et acquièrent ainsi une charge électrique. Les particules positives sont entraînées par le vent vers le haut du nuage, tandis que les granules chargés négativement s'accumulent dans le bas du nuage. Les deux zones prennent peu à peu de l'expansion jusqu'au moment où un courant électrique franchit la distance entre les deux.

Ce phénomène se produit habituellement à l'intérieur du nuage, mais le tiers des décharges se produisent d'un nuage au sol, créant un canal ionisé. À mesure que ce canal se rapproche du sol, il attire une charge de polarité opposée émise par un objet élevé au sol – souvent un arbre ou un édifice en hauteur. Lorsque les deux se rencontrent, la trajectoire est complétée et il s'ensuit une spectaculaire décharge d'énergie vers le sol, sous la forme d'un éclair. La surchauffe soudaine de l'air dans la trajectoire de la foudre – la température y atteignant 30 000 °C – provoque de fortes ondes sonores : c'est le tonnerre.

Chaque épisode de foudre détecté par le réseau est stocké dans des archives de données qui peuvent ensuite servir à établir des cartes sur la densité des éclairs, pour illustrer l'activité de la foudre au Canada, au cours d'une période donnée. Bien que le réseau soit encore trop récent pour définir des tendances à long terme, les scientifiques ont bon espoir que ces données aideront à déterminer quelles sont les régions du pays les plus, ou les moins, susceptibles d'être frappées par des orages et dans quelle mesure d'autres facteurs météorologiques et climatiques influent sur la foudre. D'autres capteurs pourraient aussi être installés à différents endroits au-delà de la limite des arbres, afin de mieux définir l'activité de la foudre dans les régions plus éloignées du Nord. Sel:

POUR EXPLORER LE SAINT-LAURENT EN DIRECT

Depuis que l'explorateur français Jacques Cartier a remonté pour la première fois les eaux scintillantes du Saint-Laurent pour se rendre au cœur du Nouveau Monde, il y a de cela quatre siècles, le fleuve a toujours été la voie navigable commerciale la plus importante du Canada. Au cours des 100 dernières années, l'aménagement sans précédent de ses rives et l'exploitation de ses ressources naturelles ont profondément influé sur les écosystèmes aquatiques et terrestres du fleuve.

Pour évaluer les répercussions des activités humaines sur ces écosystèmes – et pour protéger les quelque 27 000 espèces de plantes et d'animaux qui y vivent – une équipe composée de 40 scientifiques d'Environnement Canada et du ministère québécois de l'Environnement a créé un atlas Internet sur l'écologie et la biologie du fleuve. Les membres de l'équipe ont travaillé pendant cinq ans à recueillir et à analyser les renseignements glanés dans les documents scientifiques, les levés, les rapports et les bases de données établis au cours d'une trentaine d'années et à les transformer en données propres à la cartographie. L'atlas, qui a été créé dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000, un plan d'action conjoint Canada–Québec, a pour objet de faire connaître les endroits où les espèces sont particulièrement vulnérables et d'aider à repérer les emplacements propices à la conservation.

Page du site Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent, qui illustre la répartition prévue et réelle de la richesse de poissons marins.

L'atlas, qui est connu sous le nom de Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent, illustre la partie québécoise du fleuve, c'est-à-dire les deux tiers du haut Saint-Laurent s'étendant du lac Saint-François au golfe du Saint-Laurent. Les utilisateurs peuvent faire une visite virtuelle du Saint-Laurent en visionnant des cartes, des graphiques et des résumés qui décrivent la région – mais de plusieurs points de vue différents – y compris la structure écologique, la biodiversité, les répercussions humaines et les zones de conservation prioritaires.

Selon le système de cartographie écologique de l'atlas, le fleuve se trouve divisé en régions naturelles et en territoires riverains; les utilisateurs peuvent aussi explorer plus en détail encore en consultant une grille géoréférencée, intégrée au système, qui partage chaque région terrestre en parcelles de 100 km^2.

La structure écologique du fleuve est décrite au moyen de particularités physiques : pour les écosystèmes terrestres, on parle de climat, d'utilisation des terres, de végétation et de développement tandis que, pour les écosystèmes aquatiques, on mentionne les sédiments, la profondeur de l'eau, l'hydrographie et la salinité. Des données sur plus de 5 000 espèces d'animaux ou de plantes – y compris les plantes vasculaires, les invertébrés aquatiques, les poissons, les reptiles, les amphibiens, les oiseaux et les mammifères – sont utilisées pour évaluer la biodiversité du Saint-Laurent, et la répartition des espèces dans les différentes régions est cartographiée.

Le texte d'accompagnement, en plus d'indiquer les endroits où les effets du comportement humain sont évidents – notamment les zones de contamination chimique et de pêche commerciale, les lieux où les rivages s'érodent en raison du trafic maritime commercial ou du développement, ou encore les endroits où les terres humides ont été altérées – présente aussi l'analyse des données et les prédictions concernant les répercussions à venir. Ces renseignements, combinés aux données sur la biodiversité des espèces, sont utilisés pour déterminer quelles sont, compte tenu de la richesse et de la vulnérabilité des espèces, les zones de conservation prioritaires.

Comme le nouvel atlas contribue à faciliter la visualisation et la compréhension des liens entre les activités humaines, l'habitat et la biodiversité, il permet aux utilisateurs – depuis les politiciens et les gestionnaires de ressources jusqu'aux membres du public – de considérer les répercussions de leurs décisions sur l'environnement avant d'agir. Il aidera aussi les scientifiques à élaborer des modèles leur permettant de prévoir plus efficacement comment les changements survenus dans l'habitat et dans les activités humaines influent sur la biodiversité dans d'autres écosystèmes et régions. Le Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent est sur Internet, à l'adresse suivante : [www.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv]. S•E

TOUT SUR LE

Bulletin S et E

Le *Bulletin* parait tous les deux mois et est élaboré par Environnement Canada pour présenter de l'information à la fine pointe de la science et de la technologie sur le plan environnemental aux Canadiens et Canadiennes.

Renseignez-vous davantage sur les sujets présentés dans ce numéro et ceux précédants en consultant notre site web *S et E* à l'adresse suivante : [www.ec.gc.ca/science]. La version en direct du *Bulletin* renferme souvent plus de données et de graphiques et offre des liens à d'autres documents et sites pertinents. Bon nombre des publications ministerielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca] ou peuvent être commandées auprès de l'Informathèque au 1 800 668-6767.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet, vous pouvez effectuer une recherche sur toutes les ressources en direct offertes par les quatre ministères des ressources naturelles canadiens — y compris le *Bulletin S et E* — en utilisant le moteur de recherche CanExplore à [www.canexplore.gc.ca].

Les représentants des médias ainsi que les autres personnes intéressées à mener une recherche plus approfondie peuvent obtenir les noms et numéros de téléphone des personnes-ressources en communiquant avec l'éditeur du *Bulletin*, Paul Hempel, à Paul.Hempel@ec.gc.ca, ou au (819) 994-7796. Nous invitons les lecteurs à lui envoyer également leurs commentaires et suggestions.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801 ©Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2000